

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-068157

(43)Date of publication of application : 09.03.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

H01S 3/18

(21)Application number : 09-222090

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 19.08.1997

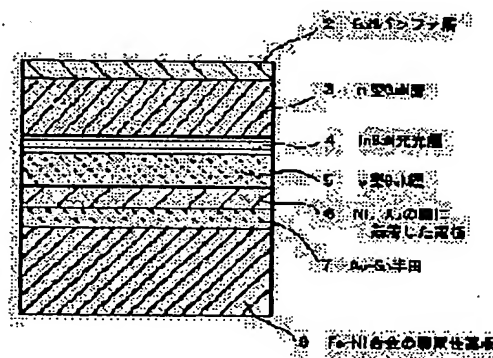
(72)Inventor : AKITA KATSUSHI  
MOTOKI KENSAKU

## (54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light-emitting element which can be easily processed or the like and exhibit good light emission performance.

**SOLUTION:** A conductive substrate 8 is made of an Fe-Ni alloy and conductive adhesive is Au-Sn solder 7. In the method for manufacturing a semiconductor light-emitting element, after GaN-based semiconductor layers containing a luminous layer have been formed on a GaAs (111) A substrate, an electrode surface provided on the laminate is bonded to the conductive substrate 8 with the conductive adhesive, and then the GaAs (111) A substrate is removed. The removal of the GaAs (111) A substrate is carried out by wet etching with the use of an ammonium-series etchant.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

15.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-68157

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-222090

(22) 出願日 平成9年(1997) 8月19日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 秋田 勝史

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 元木 健作

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

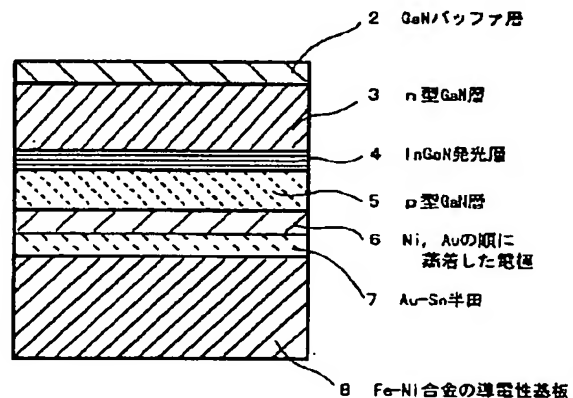
(74) 代理人 井理士 上代 哲司 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 発光素子への加工等が容易で、且つ良好な発光をする発光素子を提供する。

【解決手段】 導電性基板8がFe-Ni合金であって、前記導電性接着剤がAu-Sn半田7である。本発明による半導体発光素子の製造方法は、GaAs (111) A基板1に発光層を含むGaN系半導体層の積層を成長した後、導電性の接着剤により前記積層表面に設けた電極面と導電性基板とを接着した後、GaAs (111) A基板1を除去する。GaAs (111) A基板1をアンモニア系エッチャントによるウェットエッチングによって除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 p型電極が設けられたp型窒化ガリウム(GaN)層若しくはn型電極が設けられたn型窒化ガリウム(GaN)層、前記p型若しくはn型電極に導電性接着剤で接着された導電性基板、及び前記p型若しくはn型窒化ガリウム層(GaN)上であってp型若しくはn型電極が設けられている面とは反対面の上に成長した発光層を含む窒化ガリウム(GaN)系半導体層からなる積層とで構成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 導電性基板が鉄-ニッケル(Fe-Ni)合金または銅-タングステン(Cu-W)合金であることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】 導電性接着剤が金-スズ(Au-Sn)半田または鉛-スズ(Pb-Sn)半田であることを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項4】 成長用基板の上に成長した発光層を含む窒化ガリウム(GaN)系半導体層からなる積層の表面に設けた電極面と導電性基板とを、導電性接着剤を用いて接着した後、前記成長用基板を除去して製造することを特徴とする請求項1記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項5】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)、インジウム燐(InP)、インジウム砒素(InAs)若しくはガリウム燐(GaP)であることを特徴とする請求項4記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項6】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)、インジウム燐(InP)、インジウム砒素(InAs)若しくはガリウム燐(GaP)からなる立方晶(111)基板であって、窒化ガリウム(GaN)系半導体層が六方晶であることを特徴とする請求項4又は請求項5記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 成長用基板がガリウム砒素(GaAs)からなる立方晶(111)A基板であることを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 成長用基板をアンモニア系エッチャントを用いたウェットエッチングにより除去することを特徴とする請求項4～7のいずれか1項に記載の半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、窒化ガリウム(GaN)系半導体を使用した主に青色および緑色の発光素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は、たとえば日経サイエンス10月号(1994)、p.44に記載された、現在市販されているサファイア基板を用いたGaN系の青色および緑色の発光素子の構造を示す断面図である。

【0003】この青色および緑色発光素子は、サファイア基板11と、基板11上に形成されたGaNバッファ層12

と、GaNバッファ層12上に形成された六方晶のGaNエピタキシャル層13とから構成されたエピタキシャルウェハ上に、クラッド層14、発光層15、クラッド層16およびGaNエピタキシャル層17が順に形成されて窒化物系半導体層が積層された構造となる。GaNエピタキシャル層13、17上には、電極18、19がそれぞれ形成されている。また、この青色および緑色発光素子において、GaNバッファ層12は、サファイア基板11とGaNエピタキシャル層13との格子定数の差による歪を緩和するために設けられている。

【0004】上記の青色および緑色の発光素子は、基板11として絶縁性のサファイアを用いているため、電極を形成して素子を作成する際には、2種の電極を同一面側に形成する必要あることから、フォトリソグラフィによるパターンニングが2回以上必要になり、さらに反応性イオンエッチングによる窒化物のエッチングを行う必要もあり、複雑な工程を要する。

【0005】また、サファイアは硬度が高いため、素子分離の際に切断しにくいという問題もある。そこで、このような欠点を有するサファイアに代えて、導電性のGaAsを基板として使用するという試みがなされている。

【0006】たとえばJournal of Crystal Growth164(1996)、p149にはGaAs(100)面上に立方晶のGaNの成長が、Journal of Electronic Materials vol. 24 No. 4(1995)、p213ではMOVPE法(有機金属気相エピタキシャル法)によるGaAs(111)A面上及びGaAs(111)B面上へのGaNの成長が報告されている。

【0007】また特開平8-181070号公報には、700℃以上の温度範囲において特性のよいGaNエピタキシャル層の成長が得られる有機金属クロライド気相エピタキシャル法が開示されている。この方法ではIII化合物半導体の原料であるIII族有機金属を塩化水素と同時に反応管内に導入することにより、III族元素を塩化物として基板上に供給する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のGaN系半導体層の発光素子は、絶縁性で硬いサファイアを基板に用いているため、電極作製に複雑なプロセスを要し、素子分離の際の切断等の加工も困難があるのは前述の通りである。そこで、例えば導電性GaAsのような基板を用いれば、このような問題は解決される。

【0009】しかし、例えばGaAsの基板を用いると、GaN系半導体層の発光層から出た光がGaAsの基板に吸収され、その基板からの反射光の強度が下がる。そのためGaAsの基板を用いた場合には十分な発光強度を得ることができない。それは、GaAsの基板のバンドギャップ(結晶内電子の量子状態エネルギーの差)が、GaN系半導体層のそれよりも小さいためと考えられている。

【0010】本発明の目的は、上述の問題点を解決した製造が容易で、良好な発光をする半導体発光素子を提供

することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体発光素子は、p型電極が設けられたp型Ga<sub>N</sub>層と、前記p型電極と導電性接着剤により接着された導電性基板と、前記p型Ga<sub>N</sub>層上に形成されたGa<sub>N</sub>系半導体層の積層構造、あるいは、n型電極がもうけられたn型Ga<sub>N</sub>層と、前記n型電極と導電性接着剤により接着された導電性基板と、前記n型Ga<sub>N</sub>層上に形成されたGa<sub>N</sub>系半導体層の積層構造とからなる。

【0012】そして、本発明の半導体発光素子は、前記導電性基板がFe-Ni合金またはCu-W合金であって、前記導電性接着剤がAu-Sn半田またはPb-Sn半田である。

【0013】本発明による半導体発光素子の製造方法は、GaAs、InP、InAs若しくはGaPである成長用基板にGa<sub>N</sub>系半導体層の積層を成長した後、導電性接着剤により前記積層の表面に設けた電極面を導電性基板に接着した。そして、前記GaAs、InP、InAs若しくはGaPである成長用基板を除去することを特徴としている。

【0014】また、前記成長用基板が立方晶(111)基板であり、前記Ga<sub>N</sub>系半導体層が六方晶である。特に成長用基板がGaAs(111)Aであり、Ga<sub>N</sub>系半導体層が六方晶である。成長用基板をアンモニア系エッチャントによってウェットエッチングすることにより除去する。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明による半導体発光素子は、発光素子の構造に絶縁層を含まない。従って、絶縁層であるサファイアを基板に用いた場合のように電極形成に複雑なプロセスを必要としない。また、Ga<sub>N</sub>系半導体層の発光層よりもバンドギャップの小さいGaAsのようなものを成長用基板として用いた場合、導電性基板に導電性接着剤を用いて発光層を含むGa<sub>N</sub>系半導体層の積層を接着した後、その積層を成長させた成長用基板を除去すれば、前記成長用基板による光の吸収がなくなり良好な発光となる。

【0016】導電性基板として導電性並びに熱伝導性に優れたFe-Ni合金またはCu-W合金を用いると、低消費電力による発光が可能であり、熱の放出もよくなる。

【0017】導電性接着剤には融点が250℃以上あるAu-Sn半田(例えば、融点280℃の市販品)またはPb-Sn半田(例えば、融点280℃の市販品)を用いると、電極形成のために温度を200℃程度まで上げることができ、良好な電極を容易に作成できる。

【0018】Ga<sub>N</sub>系半導体層の積層が形成される成長用基板として、GaAs、InP、InAs若しくはGaPを用いると、その成長用基板は容易にエッチング除去できる。また立方晶(111)基板を用いると六方晶Ga<sub>N</sub>をエピタキシャル成長することができる。

【0019】さらに、GaAs(111)A基板((111)面の上が、全てGaであるGaAs基板)を用いれば、良好なGa<sub>N</sub>

系半導体層の積層を作製することができる。

【0020】GaAs基板のエッチングにはアンモニア系エッチャントを用いてウェットエッチングを行うと、GaAs基板をエッチング除去することが容易であって、またGa<sub>N</sub>系半導体層並びにその積層に損傷を与えることがないため、上記エッチャントが好ましい。

【0021】次に本願発明をどのように実施するかを具体的に示した実施例を記載する。

【0022】(実施例) 有機金属クロライド気相エビタキシャル法(図4にその装置の概要を示すが、石英からなる反応チャンバー54にGaAs(111)A基板1を設置する。本装置は、ガス導入口51、52、排気口53及び抵抗加熱ヒーター55を備えている。なお、本装置は本願発明者が開示した特開平8-181070号公報に示した装置と同じである。)を用いて、厚さ350μmのGaAs(111)A基板1上に、厚さ100nmのGa<sub>N</sub>バッファ層2、厚さ2μmでキャリア濃度 $1 \times 10^{19}$ ( $\text{cm}^{-3}$ )のn型Ga<sub>N</sub>層3、厚さ0.1μmのInGa<sub>N</sub>発光層4、厚さ0.5μmでキャリア濃度 $1 \times 10^{18}$ ( $\text{cm}^{-3}$ )の0.5μmのp型Ga<sub>N</sub>層5からなるGa<sub>N</sub>系半導体層の積層を、この順に成長した。

【0023】上記Ga<sub>N</sub>系半導体層からなる積層の最表面であるp型Ga<sub>N</sub>層5の上にNi、Auの順に蒸着してなる電極6を作製し、400℃、5分の合金化を施した。GaAs(111)A基板1、Ga<sub>N</sub>系半導体層からなる積層、及び電極6からなるエビタキシャルウェハの断面を示したのが図2である。

【0024】この後、融点280℃の市販のAu-Sn半田7を用いて、上記最表面のp型Ga<sub>N</sub>層5の上の電極6にFe-Ni合金(重量%でNiが46%、残部がFe及び不可避免の不純物よりなる。)の導電性基板8を接着した。(図3)

【0025】図3に示すエビタキシャルウェハを、アンモニア水と過酸化水素水を1:2で混合して25℃に保った溶液に90分間浸漬(ウェットエッチング)したところ、GaAs(111)A基板1のみが除去され図1の構造を得た。

【0026】図1の構造の最表面にあるGa<sub>N</sub>バッファ層2の上に200℃でインジウム(In)の電極を作成し、Ni、Auの順に蒸着してなる電極6との間に電流を流したところ、青色に発光した。なお、重量%でNiが46%、残部がFe及び不可避免の不純物からなるFe-Ni合金に替えて、重量%でW80%、Cu20%の焼結合金を用いても、同様に良好な青色に発光した。

【0027】(比較例) Fe-Ni合金基板とGaAs基板の2種類の相違する基板によって、その相違する基板の光吸収による発光強度の違いを観察するため、図5に示すエビタキシャルウェハの断面のものを比較例とした。

【0028】すなわち、図2の構造におけるGaAs(111)A基板1側に、AuGeNi合金層、Ni層、及びAu層からなる積層構造の電極9を作成し、その電極9とNi、Auの順に蒸着してなる電極6との間に電流を流したところ、青色に発光した。もっとも、比較例の発光強度は、上記実施

例の発光強度の7割程度の弱いものであった。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、基板での光の吸収が少なく、良好に発光する半導体発光素子を、容易に製造することが可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例においてGaAs基板をエッチング除去したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図2】実施例においてp型電極を作製したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図3】実施例においてp型GaN層側を鉄-ニッケル合金に接着したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図4】有機金属クロライド気相エピタキシャル法の装置の概要を示す図である。

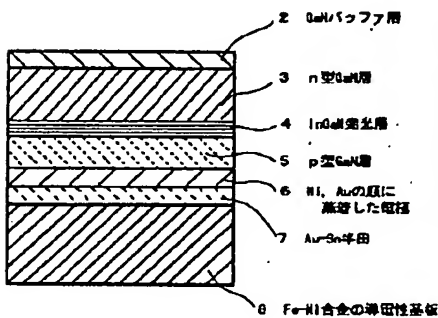
【図5】比較例においてGaAs基板側に電極を作製したときまでの、エピタキシャルウェハの構造を示す断面図である。

【図6】サファイア基板を用いた青色半導体発光素子の一例の構造を示す断面図である。

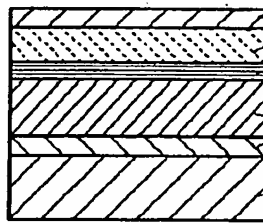
【符号の説明】

- 1 : GaAs (111) A 基板
- 2 : GaNバッファ層
- 3 : n型GaN層
- 4 : InGaN発光層
- 5 : p型GaN層
- 6 : Ni, Auの順に蒸着してなる電極
- 7 : Au-Sn半田
- 8 : Fe-Ni合金の導電性基板
- 9 : AuGeNi合金層、Ni層、Au層からなる積層構造からなる電極

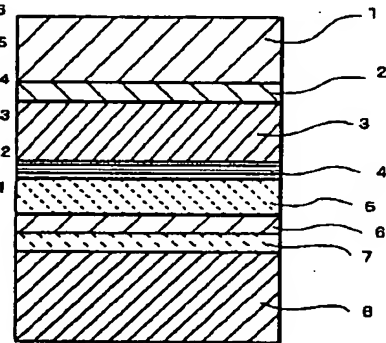
【図1】



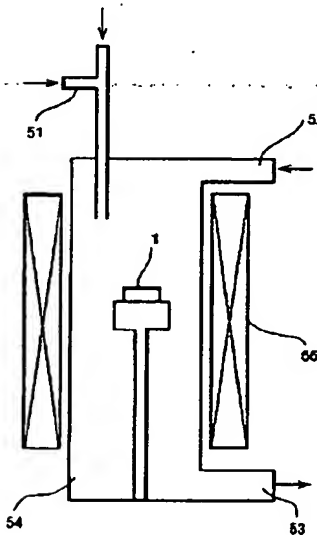
【図2】



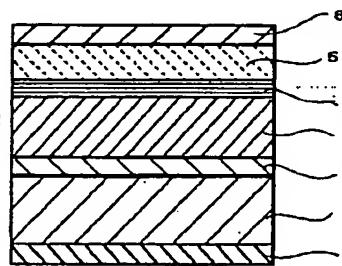
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

